

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2002-33054

(P2002-33054A)

(43)公開日 平成14年1月31日(2002.1.31)

(51)Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	キーワード(参考)
H 0 1 J	11/02	H 0 1 J	11/02
	1/30		9/02
	9/02		1/30
			B 5 C 0 2 7
			F 5 C 0 4 0
			Z

審査請求 有 請求項の数18 O L (全 10 頁)

(21)出願番号	特願2001-142328(P2001-142328)	(71)出願人	000005821 松下電器産業株式会社 大阪府門真市大字門真1006番地
(22)出願日	平成13年5月11日(2001.5.11)	(72)発明者	小寺 宏一 大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器 産業株式会社内
(31)優先権主張番号	特願2000-138644(P2000-138644)	(72)発明者	大江 良尚 大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器 産業株式会社内
(32)優先日	平成12年5月11日(2000.5.11)	(74)代理人	100090446 弁理士 中島 司朗
(33)優先権主張国	日本 (J P)		

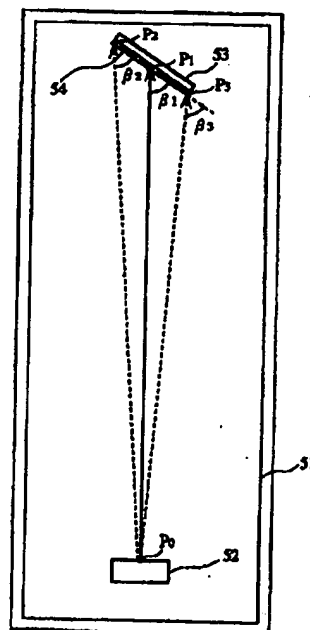
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 電子放出性薄膜およびこれを用いたプラズマディスプレイパネルならびにこれらの製造方法

(57)【要約】

【課題】 本発明は、従来に比べて2次電子放出性に優れる電子放出性薄膜の製造方法を提供することを目的とする。

【解決手段】 真空蒸着装置50を用いて、前面ガラス基板53に形成された誘電体層54上にMgOの薄膜から構成される保護層を形成する。この蒸着時において、保護層の組成となるターゲット52の中心点P0と、前面ガラス基板53の中心点P1および両端点P2、P3とを結ぶ各直線と前面ガラス基板53とのなす角度のそれぞれが30°～80°の範囲のみとなるように蒸着する。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 電子放出性物質を組成成分とする複数の柱状結晶が基板から伸張されてなる電子放出性薄膜であって、前記柱状結晶の少なくとも一部において、その薄膜表面側における露出端面は、薄膜表面に対して傾いた平坦面を有することを特徴とする電子放出性薄膜。

【請求項2】 前記柱状結晶の平坦面は、薄膜表面に対して5〜70°傾斜していることを特徴とする請求項1に記載の電子放出性薄膜。

【請求項3】 前記柱状結晶の平坦面は、(100)面と等価な結晶方位面であることを特徴とする請求項1に記載の電子放出性薄膜。

【請求項4】 前記柱状結晶の伸張方向は、結晶の〈211〉方向と等価な方向に相当することを特徴とする請求項1に記載の電子放出性薄膜。

【請求項5】 前記柱状結晶の幅は、100〜500nmであることを特徴とする請求項1に記載の電子放出性薄膜。

【請求項6】 前記柱状結晶は、酸化マグネシウムから構成されることを特徴とする請求項1に記載の電子放出性薄膜。

【請求項7】 減圧雰囲気下において基板に薄膜となる組成の物質を蒸着させることにより基板上に電子放出性薄膜を形成する方法であって、前記蒸着時において、薄膜となる組成の物質が基板に対して入射する角度が30〜80°のみの範囲となるように蒸着させることを特徴とする電子放出性薄膜の形成方法。

【請求項8】 前記薄膜を形成する物質は、酸化マグネシウムであることを特徴とする請求項7記載の電子放出性薄膜の形成方法。

【請求項9】 前記電子放出性薄膜を形成する方法は、真空蒸着法であることを特徴とする請求項7記載の電子放出性薄膜の形成方法。

【請求項10】 第1の電極および当該電極を被覆する誘電体ガラス層が配設された第1パネルと、第2の電極が配設された第2パネルとが、ギャップ材を介して前記誘電体ガラス層および第2の電極を対向させた状態で配され、第1の電極および第2の電極の間でアドレス放電を行うことによりアドレッシングが行われるプラズマディスプレイパネルであって、前記誘電体ガラスは、アドレス放電時のスパッタリングに対するための保護層により被膜されており、当該保護層は、電子放出性物質を組成とする複数の柱状結晶であり、その保護層表面側に露出する端面は、保護層表面に対して傾いた平坦面を有することを特徴とするプラズマディスプレイパネル。

【請求項11】 前記柱状結晶の平坦面は、保護層表面に対して5〜70°傾斜していることを特徴とする請求項10に記載のプラズマディスプレイパネル。

請求項10に記載のプラズマディスプレイパネル。

【請求項12】 前記柱状結晶の平坦面は、(100)面と等価な結晶方位面であることを特徴とする請求項10に記載のプラズマディスプレイパネル。

【請求項13】 前記柱状結晶の伸張方向は、結晶の〈211〉方向と等価な方向に相当することを特徴とする請求項10に記載のプラズマディスプレイパネル。

【請求項14】 前記柱状結晶の幅は、100〜500nmであることを特徴とする請求項10に記載のプラズマディスプレイパネル。

【請求項15】 前記保護層を形成する物質は、酸化マグネシウムであることを特徴とする請求項10に記載のプラズマディスプレイパネル。

【請求項16】 基板上に形成された誘電体ガラス層上に保護層を形成する保護層形成ステップを有するプラズマディスプレイパネルの製造方法であって、前記保護層形成ステップは、減圧雰囲気下において、保護層の組成となる物質が基板に入射する角度を30〜80°のみの範囲となるように蒸着させて基板上に保護層を形成することを特徴とするプラズマディスプレイパネルの製造方法。

【請求項17】 前記保護層の組成となる物質は、酸化マグネシウムであることを特徴とする請求項16に記載のプラズマディスプレイパネルの製造方法。

【請求項18】 前記保護層形成ステップにおいて保護層を形成する方法は、真空蒸着法を用いることを特徴とする請求項16に記載のプラズマディスプレイパネルの製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、プラズマディスプレイパネルの保護層などに用いられる電子放出性薄膜に関し、特に、その電子放出特性を改善する技術に関する。

【0002】

【従来の技術】近年、コンピュータやテレビなどの画像表示に用いられているカラー表示デバイスにおいて、フィールドエミッションディスプレイパネルやプラズマディスプレイパネル(Plasma Display Panel、以下、「PDP」という。)などのディスプレイパネルは、薄型のパネルを実現することのできる表示デバイスとして注目されており、特にPDPにおいては高速応答性や高視野角などの優れた特徴を備えるため、各企業や研究機関においてその普及に向けた開発が活発に行われている。

【0003】このようなPDPにおいては、複数のライン状の電極が列設される前面ガラス基板および背面ガラス基板とがギャップ材を介して各基板の電極が直交するように対向配置され、各基板間の空間に放電ガスが封入されている。前面ガラス基板には、その背面ガラス基板

と対向する側の面に各電極を覆う誘電体層が被膜されており、さらにこの誘電体層の上に電子放出性薄膜からなる保護層が被覆されている。

【0004】PDPの駆動時には、前面ガラス基板と背面ガラス基板の電極間で順にアドレス放電を行うことにより点灯したいセルの保護層表面に電荷を形成し、その電荷の形成されたセルにおける前面ガラス基板の隣接する電極間で維持放電を行っている。アドレス放電によって電荷が形成される保護層は、アドレス放電時に生じるイオン衝撃（スパッタリング）から誘電体層および電極を保護する役割と、その放電時に2次電子を放出し電荷を保持するいわゆるメモリ機能の役割を果たす。そのため保護層は、耐スパッタ性と2次電子放出性に優れた酸化マグネシウム（MgO）が一般的に用いられている。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】ところで、近年の表示デバイスの分野においては、画面の高精細化への要求が高まってきており、この要求に対応するため、各基板における単位面積あたりの電極本数を増やすことによってセル数を増加させて高精細化を実現している。しかしながら、セル数の増加によって電極本数が多くなるほど1つのセルに費やすことができるアドレス時間も短縮されるので、アドレス放電時における保護層からの2次電子放出量が低下し、メモリ機能が不十分となる結果、PDPはアドレス放電ミスの発生に伴う点灯不良を起こしやすくなる。このような背景のもとで、MgO薄膜においても2次電子放出特性を向上させる技術が望まれている。

【0006】本発明は、上記課題に鑑み、従来に比べて保護層の2次電子放出量が優れ、点灯不良を起こしにくいプラズマディスプレイパネルおよびその製造方法、ならびにそのようなプラズマディスプレイパネルに好適した電子放出性薄膜およびその製造方法を提供することを目的とする。

【0007】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するため、本発明に係る電子放出性薄膜は、電子放出性物質を組成成分とする複数の柱状結晶が基板から伸張されてなる電子放出性薄膜であって、前記柱状結晶の少なくとも一部において、その薄膜表面側における露出端面は、薄膜表面に対して傾いた平坦面を有することを特徴とする。

【0008】このような電子放出性薄膜によれば、従来に比べて2次電子放出量が優れる。その理由は、薄膜を構成する柱状結晶の単結晶性が従来の柱状結晶よりも高いためと考えられる。特に、前記柱状結晶の平坦面が、薄膜表面に対して5〜70°傾斜していれば、柱状結晶の2次電子放出性が従来に比べて高まり、薄膜の2次電子放出性が向上するので好ましい。

【0009】また、前記柱状結晶の平坦面は、（10

0）面と等価な結晶方位面であれば、（110）面など他の結晶方位面である場合に比べて2次電子放出量が高い。また、前記柱状結晶の伸張方向は、結晶の〈211〉方向と等価な方向に相当する。前記柱状結晶の幅が、100〜500nmであれば、柱状結晶の単結晶性が高くなり、2次電子放出性が向上すると考えられる。

【0010】具体的には、前記柱状結晶が酸化マグネシウムから構成されるものを用いれば、2次電子放出性に優れるとともに耐スパッタ性にも優れる薄膜となる。上記のような2次電子放出性の優れた薄膜は、蒸着時において、薄膜を形成する物質が基板に対して入射する角度が30〜80°のみの範囲となるように蒸着させることによって作製できる。この方法によれば、単結晶性に優れた柱状結晶からなる電子放出性薄膜を形成できるので、電子放出性薄膜の2次電子放出量が向上する。

【0011】具体的には、前記薄膜を形成する物質として酸化マグネシウムを用いることができる。前記電子放出性薄膜を形成する方法は、真空蒸着法であれば、2次電子放出量に優れた薄膜を短時間に形成することができる。また、本発明に係るプラズマディスプレイパネルは、第1の電極および当該電極を被覆する誘電体ガラス層が配設された第1パネルと、第2の電極が配設された第2パネルとが、ギャップ材を介して前記誘電体ガラス層および第2の電極を対向させた状態で配され、第1の電極および第2の電極の間でアドレス放電を行うことによりアドレッシングが行われるプラズマディスプレイパネルであって、前記誘電体ガラスは、アドレス放電時のスパッタリングに対するための保護層により被膜されており、当該保護層は、電子放出性物質を組成とする複数の柱状結晶であり、その保護層表面側に露出する端面は、保護層表面に対して傾いた平坦面を有することを特徴とする。

【0012】このようなプラズマディスプレイパネルによれば、保護層が2次電子放出性に優れるので、高精細化にともなってアドレス時間が短縮されたとしてもアドレス放電ミスに伴う点灯ミスの発生を抑制することができる。特に、前記柱状結晶の平坦面が、保護層表面に対して5〜70°傾斜していれば、柱状結晶の2次電子放出性が高まり、保護層の2次電子放出性が向上するので好ましい。

【0013】ここで、前記柱状結晶の平坦面は、（100）面と等価な結晶方位面であれば、（110）面など他の結晶方位面に比べて2次電子放出性が高まる。具体的には、前記柱状結晶の伸張方向が、結晶の〈211〉方向と等価な方向に相当するようになっている。また、前記柱状結晶の幅が、100〜500nmであれば、柱状結晶の単結晶性がさらに優れると考えられるので、保護層における2次電子放出性が向上する。

【0014】前記保護層を形成する物質に酸化マグネシウムを用いれば、2次電子放出性に優れるとともにアド

10

20

30

40

50

レス放電時の耐スパッタ性にも優れる。また、本発明に係るプラズマディスプレイパネルの製造方法は、基板上に形成された誘電体ガラス層上に保護層を形成する保護層形成ステップを有するプラズマディスプレイパネルの製造方法であって、前記保護層形成ステップは、減圧雰囲気下において、保護層の組成となる物質が基板に入射する角度を $30 \sim 80^\circ$ のみの範囲となるように蒸着させることにより基板上に保護層を形成することを特徴とする。

【0015】この製造方法によれば、保護層の2次電子放出性が優れるので、アドレス放電ミスに伴う点灯ミスの発生が抑制されるプラズマディスプレイパネルを製造することができる。また、前記保護層形成ステップにおいて保護層を形成する物質を、酸化マグネシウムとすれば、2次電子放出性に優れるとともに、アドレス放電時の耐スパッタ性に優れるプラズマディスプレイパネルを製造することができる。

【0016】また、前記保護層形成ステップにおいて保護層を形成する方法に、真空蒸着法を用いるようにすれば、2次電子放出性に優れる保護層を短時間に形成することができ

【0017】

【発明の実施の形態】以下、本発明が適用されたPDPについて図面を参照しながら説明する。

<PDPの全体構成>図1は、本発明の一適用例としての交流面放電型PDPの要部概略断面斜視図である。図2は、図1におけるPDPをy軸方向から見た断面図である。図3は、図2のb-b'線におけるPDPの断面図である。各図において、z軸方向がPDPの厚み方向に相当し、x-y平面がPDPのパネル面と平行な平面に相当する。

【0018】図1に示すように、PDPは、フロントパネル10とバックパネル20とが対向した状態に配されて構成されている。フロントパネル10は、前面ガラス基板11、表示電極12、13、誘電体層14、保護層15とを備え、図3に示すように前面ガラス基板11の対向面上に複数対の表示電極12、13が交互に列設されるとともに、誘電体層14および保護層15が各電極12、13表面上を覆うように順に被膜されて構成されている。

【0019】前面ガラス基板11は、硼硅素ナトリウム系ガラス材料からなる平板状の基板であり、表示方向側に配されている。表示電極12、13は、ともにクロム層-銅層-クロム層と積層された3層構造を有する厚み約 $2 \mu\text{m}$ の表示電極である。この表示電極には、銀、金、ニッケル、白金などの金属を用いることもできる。さらに、セル内の放電面積を広く確保するために、ITO (Indium Tin Oxide)、 SnO_2 、 ZnO などの導電性金属酸化物からなる幅広い透明電極の上に幅細の銀電極を積層させた組み合わせ電極を用いることもできる。

【0020】誘電体層14は、表示電極12、13を被覆するように形成され(厚み約 $20 \mu\text{m}$)、例えば、酸化鉛、酸化ホウ素、酸化ケイ素、および酸化アルミニウムの混合物からなる酸化鉛系ガラスや、酸化ビスマス、酸化亜鉛、酸化ホウ素、酸化ケイ素、および酸化カルシウムの混合物からなる酸化ビスマス系ガラスなどの低融点ガラス成分から構成され、表示電極12、13を絶縁する働きを有する。

【0021】保護層15は、誘電体層14表面を覆うように形成されており、微視的には酸化マグネシウム(MgO)からなる柱状結晶が密集した層である。この保護層15の構成については後述する。図1に戻り、バックパネル20は、背面ガラス基板21、アドレス電極22、誘電体層23、隔壁24、蛍光体層25R、G、Bを備えている。

【0022】背面ガラス基板21は、前面ガラス基板11と同様、硼硅素ナトリウム系ガラス材料からなる平板状の基板である。この背面ガラス基板21の対向面上には、図2に示すようにアドレス電極22がストライプ状に列設されている。アドレス電極22は、上記表示電極12、13と同様、クロム層-銅層-クロム層が積層された電極であり、この電極を覆うように誘電体層23が被膜されている。

【0023】誘電体層23は、上記フロントパネル10における誘電体層14を構成するガラス成分と同じものを含む誘電体ガラス層であり、アドレス電極22を絶縁する。隔壁24は、誘電体層23の表面上において、アドレス電極22と平行に列設されている。隔壁24どうしの間には、赤色、緑色、青色を発光する各蛍光体層25R、G、Bが順に配されている。

【0024】蛍光体層25R、G、Bは、それぞれ赤色(R)、緑色(G)、青色(B)を発光する蛍光体粒子が結着した層である。PDPは、上記フロントパネル10とバックパネル20とが対向するように貼り合わされるとともにその各パネル周囲が図示しないフリットガラスからなる封着シール層により封着され、その間に形成される放電空間26内に放電ガス(例えば、ネオン95vol%とキセノン5vol%の混合ガス)が所定の圧力(例えば、68.5kPa \sim 106kPa程度)で封入された構成となっている。

【0025】<保護層15の構成>図4(a)は、保護層15をフロントパネル10の側面から見た走査型電子顕微鏡写真であり、図4(b)は、図4(a)の保護層15の上から見た走査型電子顕微鏡写真である。なお、便宜上、各写真にX、Y、Z軸方向を示しており、Y軸の負方向に誘電体層14が形成されており、各軸交点の黒点で示す軸は紙面奥から手前方向を示す。

【0026】図4(a)に示すように、保護層15は、複数の MgO 柱状結晶が一方に伸張して密集した層であり、柱状結晶の一端が露出されている。この柱状結晶

は、図4(b)に示すように平面視略三角形のように見える。図5(a)は、図4(a)の保護層における柱状結晶を模式化した図であり、図5(b)は、図4(b)の柱状結晶の平面視形状を模式化した図であり、図5(c)は、従来の保護層の柱状結晶を模式化した図である。

【0027】図5(a)に示すように、柱状結晶31は、フロントパネル10の誘電体層14から複数本伸張し、各柱状結晶の露出端面を含む平面によって保護層15の表面33を構成している。柱状結晶31の露出側には、表面33に対して角度 α を有する一つの平坦面32を有している。この平坦面32は、X線回折法による結晶方位の解析を行った結果、(100)面の結晶方位面と等価な面を有していることが判明し、柱状結晶31は単結晶性が高いと考えられる。

【0028】従来の保護層は、通常、真空蒸着法を用いてMgOが基板へ入射する角度が90°を主体とするように作製されており、このように成膜されたものは、図5(c)に示すように柱状結晶41の露出側の端面42において平坦な形状が明瞭に観察されない。これは、柱状結晶41が単結晶ではなく多結晶から構成され、配向面が種々の方向に向いているためであると考えられる。

【0029】このように多結晶から構成された柱状結晶41が2次電子放出性に劣る理由は、柱状結晶41は単結晶性が低く欠陥も多いので、1次電子が入射するときにはじき出される柱状結晶41内の価電子は、結晶格子によるブラッグ反射を受けにくいと考えられる。しかし、本実施の形態における柱状結晶31は、単結晶から構成されているために(100)面と等価な平坦面32が形成されていると考えられる。単結晶から構成される柱状結晶31は、その結晶性も高く結晶格子が整っていると考えられ、1次電子が入射するときにはじき出される柱状結晶31内の価電子は、結晶格子によるブラッグ反射を受け易く、ブラッグ反射を受けて柱状結晶31から飛び出す2次電子の放出量は従来に比べて増加すると思われる。

【0030】この柱状結晶31の平坦面32は、蒸着時に基板温度や蒸着圧力を変更することによって(110)面、(100)面を形成することができ、特に(100)面が最も2次電子放出性が高いことを実験的に確認している。なお、(111)面を形成することもできるが、平坦面32の部分が平坦ではなく、2次電子放出性も(110)面より劣る。

【0031】平坦面32と表面33とがなす角度 α は、5~70°の角度を有するようにすれば2次電子放出量が従来に比べ増加するので好ましく、より好ましくは5~55°、さらに好ましくは10~40°の範囲の角度を有することが望ましい。角度 α が5~70°の範囲の角度であれば、原因はわからないが実施例の実験結果から従来に比べて2次電子放出量が増加し、5~55°さ

らには10~40°の範囲の角度であれば、2次電子放出量が著しく増加するためである。

【0032】さらに、柱状結晶31は大きい方が好ましく、柱状結晶31の一番広い部分における幅 w (図5(b)参照)は、100~500nmの範囲であることが好ましい。その幅 w が100nm未満であると単結晶性が乏しく2次電子放出量が低下する一方、500nmを超えるような柱状結晶はその製造が困難であるからである。

【0033】上述したような柱状結晶からなる保護層15は、2次電子放出性に優れた薄膜となる。そのため、PDPにおいてはアドレス時間が短くてもアドレス放電が良好に行われ、点灯ミスの発生も抑制される。

<PDPの作製方法>次にPDPを作製する方法について説明する。PDPは、フロントパネル10とバックパネル20を形成した後、これらを張り合わせることににより作製する。

【0034】①フロントパネル10の作製

フロントパネル10は、前面ガラス基板11上に表示電極12、13を形成し、その上を誘電体層14で被膜し、更に誘電体層14の表面に保護層15を形成することによって作製される。表示電極12、13は、クロム層-銅層-クロム層の3層構造を有する電極であって、クロム-銅-クロムと順にスパッタすることにより連続成膜する。

【0035】誘電体層14は、例えば、70重量%の酸化鉛(PbO)、14重量%の酸化硼素(B₂O₃)、10重量%の酸化珪素(SiO₂)及び5重量%の酸化アルミニウムと有機バインダー(α -タービネオールに10%のエチルセルローズを溶解したもの)とが混合された組成物のペーストを、スクリーン印刷法で塗布した後、520℃で20分間焼成することによって膜厚約20 μ mに形成される。

【0036】保護層15は、酸化マグネシウム(MgO)からなるものであって、スパッタリング法によって形成することもできるが、ここではターゲットにMgOを用いた真空蒸着法により形成する。この保護層15の形成方法については後で詳述する。

②バックパネル20の作製

背面ガラス基板21上に、表示電極12、13と同様にクロム、銅、クロムを連続成膜して、アドレス電極22を形成する。

【0037】次に、誘電体層14と同様に鉛系のガラス材料を含むペーストをスクリーン印刷法を用いて塗布した後、焼成することによって誘電体層23を形成する。ここで、蛍光体層25R、G、Bにおいて発光する可視光を反射させるために、鉛系のガラス材料のペーストにTiO₂粒子を混合して塗布してもよい。隔壁24は、スクリーン印刷法を用いてガラス材料を含む隔壁用ペーストを繰返し塗布した後、焼成することによって形成さ

れる。

【0038】次に、隔壁24の間の溝すべてに蛍光体インクを例えばインクジェット法を用いて塗布することにより蛍光体層25R、G、Bを形成する。

④パネル貼り合わせによるPDPの作製：次に、このように作製したフロントパネル10とバックパネル20との周囲を封着シール層用ガラスを用いて貼り合せると共に、隔壁24で仕切られた放電空間26内を高真空（例えば 8×10^{-7} Torr）に排気した後、放電ガス（例えばHe-Xe系、Ne-Xe系の不活性ガス）を所定の圧力（例えば66.5 kPa～106 kPa）で封入することによってPDPを作製する。

【0039】PDPを駆動表示する際には、図示しない駆動回路を各電極12、13、21に実装して、点灯したいセルにおける表示電極12（13）とアドレス電極21間でアドレス放電を行い壁電荷を形成した後、表示電極12、13間にパルス電圧を印加することにより維持放電を行い表示駆動を行う。

④保護層15形成方法：保護層15は、膜形成速度が早く、大きな基板に対しても比較的容易に蒸着することができる真空蒸着法を用いてMgOを蒸着することにより形成される。

【0040】図8は、真空蒸着装置50の概略構成を示す図である。同図に示すように、真空蒸着装置50は、密閉容器であるチャンバー51と、チャンバー51内を減圧する真空ポンプ、MgOからなるターゲット52を加熱するヒータ、および前面ガラス基板53を加熱するためのヒータ（いずれも不図示）などから構成される。

【0041】チャンバー51内には、誘電体層14が形成された前面ガラス基板53と、MgOからなるターゲットが図示しない支持台により固定されており、前面ガラス基板53の誘電体層14側がターゲット52に対して所定の角度を有するよう傾置されている。この角度を以下に示す所定の範囲にすることによって、上述したような単結晶の柱状結晶からなる保護層を形成することができる。

【0042】ターゲット52の中心点を点P0、前面ガラス基板53の誘電体層54上における中心点を点P1、両端の点を点P2、P3とする。点P0と各点P1、P2、P3を結ぶ直線と、誘電体層54の表面とがなす角度をそれぞれ $\beta 1$ 、 $\beta 2$ 、 $\beta 3$ とすると、各角度 $\beta 1 \sim \beta 3$ 全てが $30 \sim 80^\circ$ の範囲のみに入るように傾置し、この範囲外の角度では一度もターゲット物質が入射しないことが好ましい。このようにすれば、温度条件にもよるが通常上記のように平坦面32と表面33とのなす角度を $5 \sim 70^\circ$ の範囲に入れることができる。各角度 $\beta 1 \sim \beta 3$ の角度がより好ましくは $45 \sim 80^\circ$ 、さらに好ましくは $50 \sim 70^\circ$ の範囲の角度とすれば、原因は不明であるが単結晶性が向上すると考えられ、保護層の2次電子放出性が著しく向上する。このよ

うな角度で蒸着を行うことによって、2次電子放出性に優れた保護層15を得ることができる。

【0043】なお、蒸着時においてチャンバー51内は、 1×10^{-4} Pa程度まで真空ポンプにより減圧されており、ターゲット52をヒータによって 2000°C 以上に加熱することにより、前面ガラス基板53の誘電体層54上にMgOが蒸着して保護層は形成される。また、前面ガラス基板53の温度は、 $150 \sim 300^\circ\text{C}$ 程度、好ましくは 200°C 程度の温度に加熱することが好ましい。これ以外の温度範囲では、形成される柱状結晶において単結晶性が低くなることが実験的に確認されているからである。また、前面ガラス基板53が小さい場合やターゲット52と前面ガラス基板53の距離が大きい場合には角度 $\beta 1 \sim \beta 3$ は略同一値とみなすことができる。

【0044】＜効果について＞以上述べたように、基板に対して所定の角度を有して蒸着される物質が入射するように真空蒸着することによって、比較的短時間（5分程度）のうちに2次電子放出性に優れた保護層を得ることができる。すなわち、このような方法で得られた保護層は、単結晶性に優れた柱状結晶が密着した保護層であり、各柱状結晶の単結晶性が高いこと、および柱状結晶の露出端面が（100）面と等価な面に相当する平坦面が保護層表面に対して所定の角度を有するように形成されていることから、従来の保護層に比べて2次電子放出性が著しく高まる。

【0045】したがって、このような保護層を有するPDPにおいては、アドレス時間が短くてもアドレス放電が良好に行われ、点灯ミスの発生が従来に比べて抑制される。

＜実施例＞

（1）実施例サンプル

【実施例サンプルS1～S6】ガラス基板上に上記実施の形態で説明した真空蒸着法を用いてMgOからなる保護層を形成した。このとき、真空蒸着時のターゲット（MgO）の中心とガラス基板の中心とを結ぶ直線とガラス基板とがなす角度 $\beta 1$ をそれぞれ 80° 、 70° 、 60° 、 50° 、 40° 、 30° となるように設定した。

【0046】【実施例サンプルS7～S14】ガラス基板上に上記実施の形態で説明した真空蒸着法を用いてMgOからなる保護層を形成した。このとき、真空蒸着時におけるガラス基板のターゲット（MgO）に対する角度を種々変更することにより、柱状結晶における平坦面と保護層表面との角度 α がそれぞれ 5° 、 10° 、 20° 、 30° 、 40° 、 50° 、 60° 、 70° となる保護層を備えるガラス基板を作製した。

【0047】（2）比較例サンプル

【比較例サンプルR1】実施例サンプルS1～S6と同様の方法を用いてガラス基板上に保護層を形成した。た

だし、真空蒸着時の角度 β 1を 90° となるように設定した点が異なる。

【0048】【比較例サンプルR2】実施例サンプルS7～S14と同様の方法を用いてガラス基板上に保護層を形成した。ただし、保護層蒸着時のガラス基板のターゲットに対する角度を調整することにより、角度 α が 0° を有する保護層を形成した点が異なる。なお、上記各実施例サンプルおよび比較例サンプルの保護層蒸着時においては、真空蒸着装置内の圧力を 1×10^{-3} Paとし、ガラス基板を 200°C に加熱して蒸着を行った。

【0049】(3) 実験

①実験方法

上記各実施例サンプルおよび比較例サンプルにおいて、2次電子放出量を測定し、ターゲット物質がガラス基板に入射する角度 β 1および柱状結晶における平坦面と保護層表面とがなす角度 α に対する2次電子放出量を比較検討した。

【0050】②実験条件

照射イオン: Neイオン

加速電圧: 500V

上記加速電圧を印加することによって、Neイオンを加速して保護層に照射し、保護層から放出された2次電子の放出量をコレクタによって検出した。

【0051】(4) 結果と考察: 実験結果を図7および図8に示す。図7は、実施例サンプルS1～S6および比較例サンプルR1の結果を示したものであり、ターゲット物質がガラス基板に入射する角度 β 1に対する2次電子放出量比を示す。なお、2次電子放出量比とは、比較例サンプルR1の2次電子放出量に対する各サンプルの2次電子放出量の比を示す。

【0052】同図に示すように、真空蒸着時の入射角度 β 1を $30^\circ \sim 80^\circ$ 傾けることにより、保護層の2次電子放出量が従来技術に相当する比較例サンプルR1(90°)に比べて向上していることが分かる。特に、入射角度 β 1が $45^\circ \sim 80^\circ$ の範囲においては、2次電子放出量が従来に比べて2倍以上に向上していることが分かる。さらに、その角度が $50 \sim 70^\circ$ の範囲においては、2次電子放出量が約2.2倍以上向上しており、2次電子放出量を増加させる意味で最も好ましい。

【0053】図8は、実施例サンプルS7～S14および比較例サンプルR2の結果を示したものであり、柱状結晶における平坦面と保護層表面とがなす角度 α に対する2次電子放出量比を示す。なお、2次電子放出量比とは、比較例サンプルR2の2次電子放出量に対する各サンプルの2次電子放出量の比を示す。同図に示すように、柱状結晶の平坦面が保護層表面に対して $5 \sim 70^\circ$ 傾くことにより、2次電子放出量が比較例サンプルR2に比べて向上していることが分かる。特に、その傾斜角度が $5 \sim 55^\circ$ の範囲においては、2次電子放出量が比較例サンプルR2に比べて2倍以上に向上していること

が分かる。さらに、傾斜角度が $10 \sim 40^\circ$ の範囲は、2次電子放出量が2.3倍以上に向上する最も好ましい範囲となる。

【0054】なお、各実施例サンプルおよび比較例サンプルにおける耐スパッタ性にはあまり違いは見られなかった。

<本実施の形態に係る変形例>

①上記実施の形態においては、保護層にMgOを製膜したものをを用いていたが、酸化ベリリウム、酸化カルシウム、酸化ストロンチウム、酸化バリウムなどの面心立方格子の結晶構造を有する物質を製膜しても本発明と同様の効果が得られると考えられる。

【0055】②上記実施の形態においては、真空蒸着法を用いて保護層を形成していたが、この真空蒸着法としては、EB蒸着法を適用することができる。さらに、真空蒸着法の代わりにスパッタリング法を適用しても上記実施の形態と同様の効果が得られる。

③上記実施の形態においては、2次電子放出性に優れた薄膜をPDPの保護層に適用したが、これに限定されるものではなく、フィールドエミッションディスプレイパネルにおけるカソードなどの電子放出性が求められる薄膜においても本発明を適用することができる。

【0056】

【発明の効果】以上説明してきたように、本発明に係る電子放出性薄膜は、電子放出性物質を組成成分とする複数の柱状結晶が基板から伸張されてなる電子放出性薄膜であって、前記柱状結晶の少なくとも一部において、その薄膜表面側における露出端面は、薄膜表面に対して傾いた平坦面を有するようにしているので、柱状結晶の単結晶性が従来の柱状結晶よりも向上すると考えられ、薄膜の2次電子放出量が従来よりも高まる。

【0057】また、本発明に係る電子放出性薄膜の製造方法は、減圧雰囲気下において基板に薄膜となる組成の物質を蒸着させることにより基板上に電子放出性薄膜を形成する方法であって、前記蒸着時において、薄膜となる組成の物質が基板に対して入射する角度が $30 \sim 80^\circ$ のみの範囲となるように蒸着させるようにしているので、原因は不明であるが単結晶性に優れた柱状結晶からなる薄膜が形成され、従来の製造方法に比べて2次電子放出量が向上する電子放出性薄膜を製造することができる。

【0058】また、上記電子放出性薄膜をPDPの保護層に適用すれば、アドレス放電時の2次電子放出量が向上するので、アドレス時間が短縮されたとしてもアドレス放電ミスに伴うPDPの点灯ミス発生を抑制することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施の形態に係るPDPの一部概略断面斜視図である。

【図2】図1におけるPDPをx軸方向から見たときの

一部を拡大した断面図である。

【図3】図2におけるPDPのb-b'断面図である。

【図4】(a) PDPにおける保護層断面の走査型電子顕微鏡写真である。

(b) PDPにおける保護層平面の走査型電子顕微鏡写真である。

【図5】(a) 図4(a)における柱状結晶を模式化した図である。

(b) 図4(b)における柱状結晶を模式化した図である。

(c) 従来の製造方法を用いて作製した柱状結晶を模式化した図である。

【図6】真空蒸着装置を用いて前面ガラス基板の誘電体層上に保護層を形成する様子を示す図である。

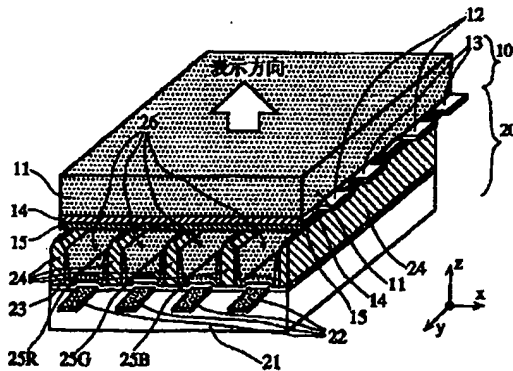
【図7】保護層形成物質が基板に入射する角度に対して、形成された保護層の2次電子放出量比をプロットしたグラフである。

【図8】保護層における柱状結晶の平坦面が保護層表面となす角度に対して、保護層の2次電子放出量比をプロットしたグラフである。

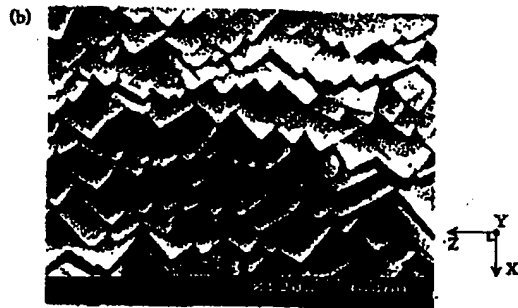
*【符号の説明】

10	フロントパネル
11, 53	前面ガラス基板
12, 13	表示電極
14, 54	誘電体層
15	保護層
20	バックパネル
21	背面ガラス基板
22	アドレス電極
23	誘電体層
24	隔壁
25 R, G, B	蛍光体層
26	放電空間
31, 41	柱状結晶
32	平坦面
33	表面
42	端面
50	真空蒸着装置
51	チャンバー
*20 52	ターゲット

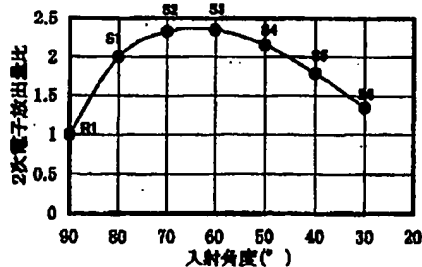
【図1】



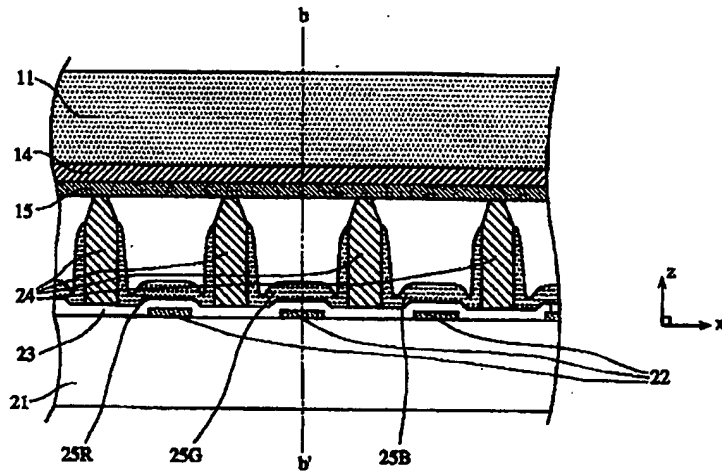
【図4】



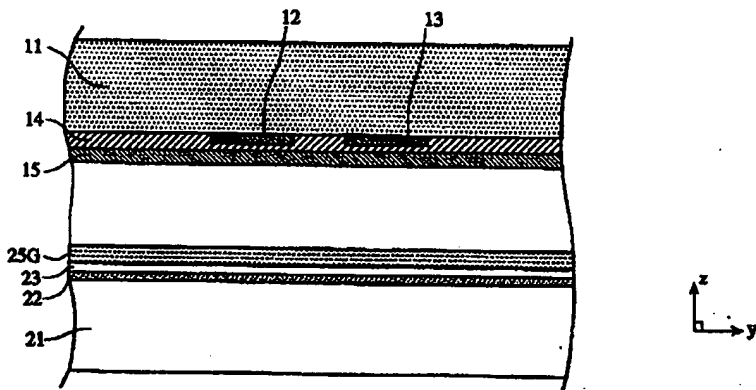
【図7】



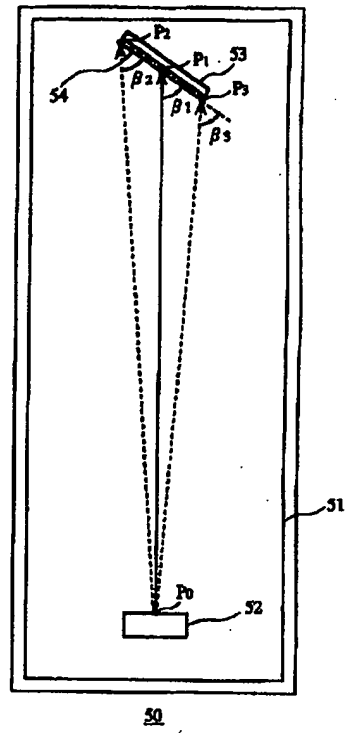
【図2】



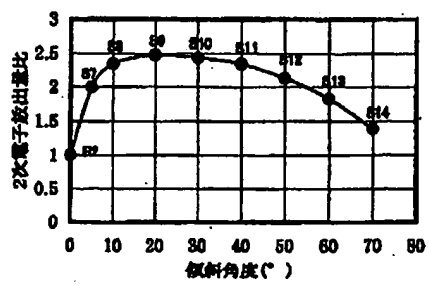
【図3】



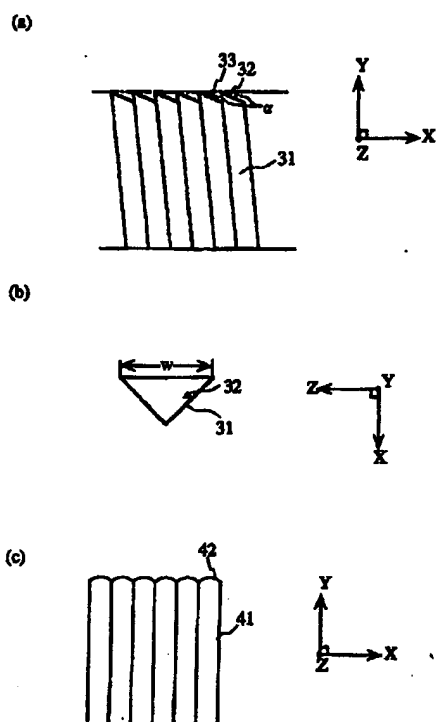
【図6】



【図8】



【図5】



フロントページの続き

(72)発明者 河野 宏樹
大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器
産業株式会社内

(72)発明者 田中 博由
大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器
産業株式会社内

F ターム(参考) 5C027 AA07

5C040 FA01 FA04 GB03 GB14 GE07

GE09 JA07 KB08 KB09 KB22

LA11 MA17